

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-350395

(P2001-350395A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード* (参考)
G 0 3 H 1/26		G 0 3 H 1/26	2 H 0 5 9
G 0 3 B 35/14		G 0 3 B 35/14	2 K 0 0 8
H 0 4 N 13/00		H 0 4 N 13/00	5 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-172616(P2000-172616)

(22) 出願日 平成12年6月8日 (2000. 6. 8)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 木原 信宏

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

Fターム(参考) 2H059 AC04

2K008 BB03 EE01 FF07 HH06 HH07

HH26

5C061 AA06 AA16 AA20 AA23 AB03

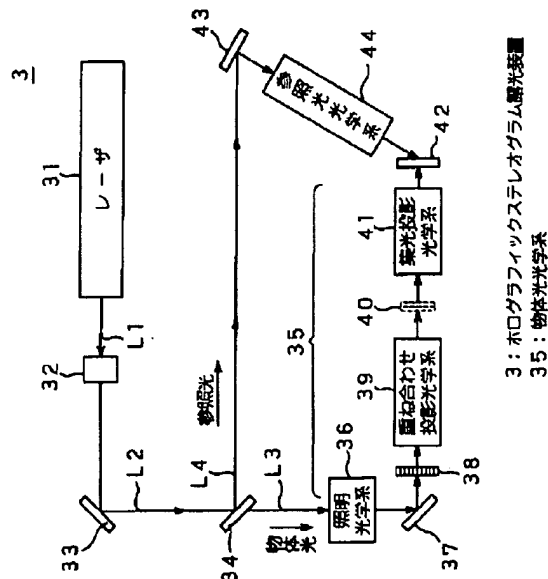
AB06

(54) 【発明の名称】 ホログラフィックステレオグラム露光装置及び方法、並びにホログラフィックステレオグラム作成システム

(57) 【要約】

【課題】 ホログラム作成時間を短縮することのできるホログラフィックステレオグラム露光装置及び方法を提供する。

【解決手段】 照明光学系36は、ビームスプリッター34により分岐された物体光3を均一に広げる。空間光変調部(液晶)38は、制御用コンピュータから送られてきた、視差方向に複数の画像、例えば5枚の画像を、制御用コンピュータの制御に応じて5分割表示する。重ね合わせ光学投影系39は、空間光変調部38を透過した光を重ね合わせて投影する。集光投影光学系41は、重ね合わせ光学投影系39からの投影画像をホログラム用記録媒体42面上に、視差方向に関しては集光し、非視差方向に関しては結像させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するホログラフィックステレオグラム露光装置において、

視差方向に分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に投影する物体光光学系を備えることを特徴とするホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項2】 上記ホログラム用記録媒体に投影された上記画像と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光光学系を備えることを特徴とする請求項1記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項3】 上記物体光光学系は、上記視差方向に複数の画像を分割表示する空間光変調手段と、この空間光変調手段を透過した光を重ね合わせて投影する重ね合わせ投影光学系と、この重ね合わせ投影光学系からの投影画像を上記ホログラム用記録媒体面上に集光する集光投影光学系とを備えていることを特徴とする請求項1記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項4】 上記物体光光学系は、上記ホログラフィックステレオグラムが横方向の視差のみ持つように、上記空間光変調手段を視差方向に分割することを特徴とする請求項3記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項5】 上記物体光光学系は、上記ホログラフィックステレオグラムが縦横両方向の視差を持つように、上記空間光変調手段を縦横両方向に分割することを特徴とする請求項3記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項6】 上記物体光光学系の上記重ね合わせ投影光学系は、視差方向には上記空間光変調手段で分割表示された画像の各部分を重ねあわせて投影し、非視差方向にはそのまま投影して、上記空間光変調手段上に分割表示された像を空中像とすることを特徴とする請求項3記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項7】 上記物体光光学系の上記集光投影光学系は、上記重ね合わせ投影光学系により投影された像を非視差方向には上記ホログラム用記録媒体上に投影し、視差方向には集光することを特徴とする請求項6記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項8】 上記物体光光学系の上記集光投影光学系は、上記重ね合わせ投影光学系により投影された像を、第1群のレンズと第2群のレンズにより集光シリンドリカルレンズに入射させることを特徴とする請求項7記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項9】 上記物体光光学系の上記集光投影光学系は、上記第1群のレンズと上記第2群のレンズの間に、上記ホログラム用記録媒体上の各要素ホログラムの視野

角の不均一を補正する補正用レンズを備えることを特徴とする請求項8記載のホログラフィックステレオグラム露光装置。

【請求項10】 ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するためのホログラフィックステレオグラム露光方法において、

視差方向に分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に物体光として投影する物体光投影工程と、

上記物体光投影工程により上記ホログラム用記録媒体に投影された上記物体光と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光投影工程とを備えることを特徴とするホログラフィックステレオグラム露光方法。

【請求項11】 上記物体光投影工程は、上記視差方向に複数の画像を分割表示し、この分割表示画像を透過した光を重ね合わせて投影してからその投影画像を上記ホログラム用記録媒体面上に視差方向に関しては集光し、非視差方向に関しては結像させることを特徴とする請求項10記載のホログラフィックステレオグラム露光方法。

【請求項12】 ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を記録してホログラフィックステレオグラムを作成するホログラフィックステレオグラム作成システムにおいて、

視差方向に複数の画像を生成する画像生成系と、上記画像生成系により生成された複数の画像を視差方向に分割して表示し、この分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に投影する物体光光学系と、

上記物体光光学系により上記ホログラム用記録媒体に投影された上記画像と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光光学系とを備えることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するホログラフィックステレオグラム露光装置および方法、並びにホログラフィックステレオグラム作成システムに関する。

【0002】

【従来の技術】ホログラフィックステレオグラムは、例えば、被写体を異なる観察点から順次撮影することにより得られた多数の画像を原画として、これらを1枚のホログラム用記録媒体に短冊状又はドット状の要素ホログラムとして順次記録することにより作製される。

【0003】例えば、横方向のみに視差情報を持つホロ

グラフィックステレオグラムは、図12に示すように、被写体100を横方向の異なる観察点から順次撮影することにより得られた複数の原画101a~101eが、画像記録装置により、短冊状の要素ホログラムとしてホログラム用記録媒体102に順次記録されることにより作製される。

【0004】このホログラフィックステレオグラムでは、横方向の異なる観察点から順次撮影することにより得られた画像情報が、短冊状の要素ホログラムとして横方向に順次記録されているので、このホログラフィックステレオグラムを観察者が両目で見たとき、その左右の目にそれぞれ写る2次元画像は若干異なるものとなる。これにより、観察者は視差を感じることとなり、3次元画像が再生されることとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ホログラムの露光は非常に振動に対して敏感であり、露光時間中の光学系は記録波長のスケールで振動してはならない。しかし、上記のように、ホログラフィックステレオグラムを細いスリット状の要素ホログラムを一つずつ露光することで作成した場合、各露光間である程度振動が減衰するまで待つ必要があり、ホログラム作成時間を短縮する上での制約となっていた。また、要素ホログラム内のみを露光するためにそれ以外に行く光は不要光として捨てていたが、これはトータルとして露光時間の増加や高価なハイパワーレーザーの必要性につながり好ましくなかった。

【0006】本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、ホログラム作成時間を短縮することのできるホログラフィックステレオグラム露光装置及び方法、並びにホログラフィックステレオグラム作成システムの提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るホログラフィックステレオグラム露光装置は、上記課題を解決するために、ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するホログラフィックステレオグラム露光装置において、視差方向に分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に投影する物体光光学系と、上記ホログラム用記録媒体に投影された上記画像と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光光学系とを備える。

【0008】上記物体光光学系としては、上記視差方向に複数の画像を分割表示する空間光変調手段と、この空間光変調手段を透過した光を重ね合わせて投影する重ね合わせ投影光学系と、この重ね合わせ投影光学系からの投影画像を上記ホログラム用記録媒体面上に集光する集光投影光学系とを備えている。

【0009】このため、空間光変調手段により視差方向

に分割表示された複数の画像を透過した光を、重ね合わせ投影光学系で重ね合わせ、この重ね合わされた投影画像をホログラム用記録媒体面上に集光投影光学系にて集光することにより、一度に複数の要素ホログラムを露光できる。

【0010】本発明に係るホログラフィックステレオグラム露光方法は、上記課題を解決するために、ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するためのホログラフィックステレオグラム露光方法において、視差方向に分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に物体光として投影する物体光投影工程と、上記物体光投影工程により上記ホログラム用記録媒体に投影された上記物体光と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光投影工程とを備える。

【0011】上記物体光投影工程は、上記視差方向に複数の画像を分割表示し、この分割表示画像を透過した光を重ね合わせて投影してからその投影画像を上記ホログラム用記録媒体面上に視差方向に関しては集光し、非視差方向に関しては結像させる。

【0012】本発明に係るホログラフィックステレオグラム作成システムは、上記課題を解決するために、ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を記録してホログラフィックステレオグラムを作成するホログラフィックステレオグラム作成システムにおいて、視差方向に複数の画像を生成する画像生成系と、上記画像生成系により生成された複数の画像を視差方向に分割して表示し、この分割表示された複数の画像を透過した光を重ね合わせて投影してから集光して分割数に応じた画像を上記ホログラム用記録媒体上に投影する物体光光学系と、上記物体光光学系により上記ホログラム用記録媒体に投影された上記画像と干渉させるための参照光を上記ホログラム用記録媒体に投影する参照光光学系とを備える。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で任意に構成を変更することが可能である。

【0014】この実施の形態は、物体光と参照光との干渉縞が記録されたホログラム用記録媒体をそのままホログラフィックステレオグラムとする、いわゆるワンステップホログラフィックステレオグラムを作成するシステムであり、図1に示すように、記録対象の画像データの処理を行うデータ処理部1と、このシステム全体の制御を行う制御用コンピュータ2と、ホログラフィックステレオグラム露光用の光学系を有し、ホログラム用記録媒体に三次元画像情報を露光するホログラフィックステレオグラム露光装置3とから構成されている。

【0015】データ処理部1は、多眼式カメラや移動式カメラ等を備えた視差画像列撮影装置13から供給される視差情報を含む複数の画像データD1や、画像データ生成用コンピュータ14によって生成された視差情報を含む複数の画像データD2等に基づいて、視差画像列D3を生成する。

【0016】ここで、視差画像列撮影装置13から供給される視差情報を含む複数の画像データD1は、例えば、多眼式カメラによる同時撮影、又は移動式カメラによる連続撮影等によって、実物体を横方向の異なる複数の観察点から撮影することにより得られた複数画像分の画像データである。

【0017】また、画像データ生成用コンピュータ14によって生成された視差情報を含む複数の画像データD2は、例えば、横方向に順次視差を与えて作成された複数のCAD (Computer Aided Design) 画像やCG (Computer Graphics) 画像等の画像データである。

【0018】そして、データ処理部1は、視差画像列D3に対して画像処理用コンピュータ11によってホログラフィックステレオグラム用の所定の画像処理を施す。そして、所定の画像処理が施された画像データD4を、メモリ又はハードディスク等の記憶装置12に記録する。

【0019】また、データ処理部1は、ホログラム用記録媒体に画像を記録する際に、記憶装置12に記録された画像データD4から、1画像分毎にデータを順番に読み出し、この画像データD5を制御用コンピュータ2に送出する。

【0020】一方、制御用コンピュータ2は、ホログラフィックステレオグラム露光装置3を駆動し、データ処理部1から供給された画像データD5に基づく画像を、ホログラフィックステレオグラム露光装置3内にセットされたホログラム用記録媒体に、例えば短冊状の要素ホログラムとして順次記録する。

【0021】このとき、制御用コンピュータ2は、後述するように、ホログラフィックステレオグラム露光装置3内部の空間光変調部に視差方向に複数の画像、例えば5つの画像を送り、上記空間光変調部を制御して5枚の画像を分割表示させる。また、制御用コンピュータ2は、後述するように、ホログラフィックステレオグラム露光装置3に設けられたシャッタ、記録媒体送り機構等の制御を行う。

【0022】上記ホログラフィックステレオグラム露光装置3について、図2を参照して説明する。このホログラフィックステレオグラム露光装置3は、図2に示すように、所定の波長のレーザ光を出射するレーザ光源31と、このレーザ光源31を出たレーザ光L1を要素ホログラム露光のために通したり或いは遮断するシャッタ32と、このシャッタ32を通過したレーザ光を垂直に折り曲げるミラー33と、このミラー33により垂直に折

り曲げられたレーザ光L2を物体光L3と参照光L4に分岐するビームスプリッタ34とを備える。

【0023】また、このホログラフィックステレオグラム露光装置3は、上記物体光L3を用いてホログラム露光面となるホログラム用記録媒体42に画像を投影する物体光光学系35と、この物体光光学系35によりホログラム用記録媒体42に投影された上記画像と干渉させるための参照光L4を投影する参照光光学系44とを備える。

【0024】参照光光学系44は、ホログラム露光面（ホログラム用記録媒体42）上で物体光L3と干渉させるために、ビームスプリッター34により分岐され、ミラー43で反射された参照光L4を所望の要素ホログラムサイズに変形し、ホログラム用記録媒体42上に投影するための光学系である。図3にはこのような参照光光学系44の具体例を示す。図3の(A)が上面図であり、図3の(B)が側面図である。ここでは1つの要素ホログラムの幅dが0.2mmで、長さLが30mmのホログラフィックステレオグラムを作成するときの例を挙げる。円筒レンズ51に入射した参照光L4は水平方向にのみ広げられ、その後コリメートシリンドリカルレンズ52により平行光になる。その後、平行光となった参照光L4は後述するように $D \times L = 5d \times L = 5 \times 0.2\text{mm} \times 30\text{mm}$ のスリット53を透過するが、このスリット53は第1のシリンドリカルレンズ54と第2のシリンドリカルレンズ55により倍率・1でテレセントリックにホログラム用記録媒体42面上に投影され、所望の参照光としての役割を果たす。

【0025】次に、物体光光学系35について説明する。物体光光学系35は、後述する照明光学系36と、空間光変調部38と、この空間光変調部38を透過した光を重ね合わせて投影する重ね合わせ投影光学系39と、この重ね合わせ投影光学系39からの投影画像をホログラム用記録媒体42面上に、視差方向に関しては集光し、非視差方向に関しては結像させる集光投影光学系41とを備えている。

【0026】以下、物体光光学系35を構成している各構成部について説明する。まず、照明光学系36について説明する。この照明光学系36は、ビームスプリッター34により分岐された物体光L3を均一に広げる。この均一に広げられた物体光L3は、ミラー37により垂直に折り曲げられ、空間光変調部38に照射される。図4には照明光学系36の具体例を示す。この具体例では、顕微鏡対物レンズ61で入射ビームを広げピンホール部材62に設けたピンホールでビームのノイズを取り去りガウス分布のレーザ光とした後にコリメートレンズ63で平行光を得ている。この例以外にもライトインテグレータを使うことなども考えられる。

【0027】空間光変調部38としては液晶を用いる。この空間光変調部38は、上記図1に示した制御用コン

ビュータ2から送られてきた、視差方向に複数の画像、例えば5枚の画像を、制御用コンピュータ2の制御に応じて5分割表示する。なお、以下では液晶38として説明する。

【0028】次に、重ね合わせ投影光学系39について説明する。ここで説明を行う重ね合わせ投影光学系39が、本発明でもっとも特徴的なものであり、この重ね合わせ投影光学系39と後で述べる集光投影光学系41の作用により一度に多くの要素ホログラムを露光することが可能になるものである。ここで示す実施の形態では、液晶(空間光変調部)38を視差方向に5分割して使う例を示す。また、説明の煩雑化を防ぐために、視差方向と非視差方向に分けて説明を行い、最後に重ね合わせ投影光学系全体を示す。

【0029】まず、重ね合わせ投影光学系39の視差方向(側面図)について図5を用いて説明する。上述の照明光学系36を通過してきたレーザ光は、図5中に示した液晶38面を均一に照らす。この液晶38を透過した光は、図5中に示すような5分割されたレンティキュラーレンズ65にあたり、その後図に示すような光路を通る。この光路について図6を用いて説明を行う。この図6には、光路の全体図(A)と、5分割したうちの中央の部分(B)と、最も下の部分(C)に相当する光路を取り出して示す。このように、5分割された重ね合わせ投影光学系39のそれぞれの部分はレンズ66の右側の部分に像40を結ぶ。さらに、その位置は5分割された液晶38上の画像がすべて同じ位置に重なることがわかる。また、液晶38を5分割した場合、液晶38の像40と元の画像が同じサイズになるためにはこの光学系の投影倍率は5倍になる必要がある。

【0030】次に、重ね合わせ投影光学系39の非視差方向(上面図)について図7を用いて説明する。非視差方向には液晶38は分割していないので、投影倍率1倍で液晶38をそのまま投影すればよい。

【0031】重ね合わせ投影光学系39全体については、上記で説明したような視差方向と非視差方向を組み合わせればよく、その例としては視差方向、非視差方向ともに光学系をシリンドリカルレンズで構成して組み合わせれば良い。もちろん、実際にはシリンドリカルレンズでも、パワーを持たない方向に対しても収差を含めての寄与をするので単純に組み合わせるのではなく、全体の収差が少なくなるような設計を行う必要がある。さらに、上記ではレンズ系の焦点距離などのパラメータについては述べなかったが、これらの値は以下で述べる集光投影光学系のパラメータと関連して説明を行う。

【0032】次に、図8を用いて集光投影光学系41について述べる。図8の(A)には側面図を示し、図8の(B)には上面図を示す。この光学系は液晶の像40をホログラム記録媒体42面上に、視差方向(図8の(A)の側面図)に関しては集光し、非視差方向(図8

の(B)の上面図)に関しては結像させるような光学系であり、この作用によりホログラフィックステレオグラムが立体的に見えるものである。集光投影光学系41は、図8に示すように、液晶の像40を第1のレンズ71により投影してスリット72を通し、第2のレンズ73で集光シリンドリカルレンズ74に入射させる。集光シリンドリカルレンズ74は視差方向に上記画像を集光してホログラム用記録媒体42に入射させ、非視差方向には結像させる。この光学系の基本構成は従来の集光投影光学系と同一であるが、スリット72の幅が今回の発明は異なる値をとる。従来の例だと、要素ホログラムの幅を0.2mmとするとスリットの幅は図からわかるように $0.2 \times 80 / 8.4 = 1.905 \text{ mm}$ の幅となる。これは視差方向すなわち図8の(A)で示す側面図内のスリット幅であり、上面図内に示すスリット幅に関しては特に制約はない。

【0033】以下では上で示した集光投影光学系41と、先ほど示した重ね合わせ投影光学系39を組み合わせた場合の光路を用いて一度に複数の要素ホログラム76を露光できる原理を説明する。図9が集光投影光学系41と重ね合わせ投影光学系39を組み合わせた図である。但し、図9は視差方向に関する図(側面図)であり、非視差方向は図10に示した。

【0034】液晶38には上記図1に示した制御用コンピュータ2から送られてきた、視差方向に5つの画像が、制御用コンピュータ2の制御に応じて5分割表示される。液晶38には照明光学系36を通過してきたレーザ光が均一に照らされる。この液晶38を透過した光(5つの画像)は、5分割されたレンティキュラーレンズ65に入射する。レンティキュラーレンズ65は、5つの画像のそれぞれを拡大してレンズ66に送る。レンズ66は、5分割された液晶38上の画像のそれぞれの部分をレンズ66の右側の部分に像40として結ばせる。このとき、その位置では5分割された液晶38上の画像がすべて同じ位置に重なる。

【0035】次に、液晶の像40は、第1のレンズ71により投影されてスリット72を通り、第2のレンズ73により集光シリンドリカルレンズ74に入射される。集光シリンドリカルレンズ74は視差方向に上記画像を集光してホログラム用記録媒体42に入射させ、非視差方向には結像させる。これによれ、5分割された液晶38の画像が重ね合わせ投影光学系39によって重ね合わされ、その重なった像はさらに集光投影光学系41によってホログラム記録媒体42面上に投影され、その際に5箇所の異なる要素ホログラム76を露光することがわかる。この場合、一度に露光されるのは5枚分の5つの要素ホログラム76であり、各要素ホログラムの幅dが0.2mmであれば、5倍の1.0mmが露光される。

【0036】なお、ホログラム用記録媒体42は、例えばホログラムフィルムであり、フィルムカートリッジ7

5に巻回しされている。ホログラム用記録媒体42は、図示しない記録媒体送り機構により、フィルムカートリッジ75から引き出されて送られる。この記録媒体送り機構による送りの際の振動減衰待ち時間が上述したようにホログラフィックステレオグラムを作成する時間を長くしていたが、上記ホログラフィックステレオグラム作成システム内のホログラフィックステレオグラム露光装置によれば一度に5枚分の視差画像列の要素ホログラムを記録できるので、上記振動減衰待ちの回数を減らせる。このため、トータルとしてホログラフィックステレオグラムを作成する時間を短縮できる。

【0037】ここで、重ね合わせ投影光学系39の焦点距離の決め方について述べる。図9を見てわかるように、ホログラム記録媒体42の面とレンチキュラーレンズ65の焦点面は共役である。また、要素ホログラム76の間隔0.2mmは、ホログラム42面とレンチキュラーレンズ65の焦点面が共役であることより、レンチキュラーレンズ65の焦点面上では

$$0.2 \times (80/8.4) \times (f2/80) \text{ mm}$$

に対応する。この間隔が液晶38を5分割した16.8mm/5=3.36mmに対応している。すなわち、

$$0.2 \times (80/8.4) \times (f2/80) = 3.36$$

となり、 $f2=141.12\text{mm}$ を得る。また液晶38は5分割され、5倍投影される必要があるので $f1=f2/5=28.224\text{mm}$ となる。なお、図10で示した非視差方向における重ね合わせ光学系39の焦点距離 f は投影倍率が1倍なので

$$(28.224\text{mm} \times 2 + 141.12\text{mm} \times 2) \div 4 = 84.672\text{mm}$$

となる。

【0038】次に、図11を用いて集光投影光学系41の他の例(集光投影光学系41')について説明する。上記図9に示した集光投影光学系41では、各要素ホログラム76の中心部分に入射する光線がそれぞれ異なる角度となってしまう。このような角度の違いがあると、完成したホログラムを観察したときに要素ホログラム毎に異なる角度範囲を再生してしまうことになり、視野角の不均一が生じる。そこで、図11に示した集光投影光学系41'では、第1のレンズ71と第2のレンズの間に設けたスリット72の位置に、補正用レンズを備える。この補正用レンズにより、各要素ホログラム76の中心部分に入射する光線の角度をそれぞれの方向で平行とする。具体的にはスリット72の位置に視差方向のみにパワーを持つような補正用シリンドリカルレンズ80を追加し、ホログラム近傍の拡大図に示すように、各要素ホログラムの中心部分に入射する物体光の角度を揃える。このため、ホログラム用記録媒体42上の各要素ホログラム76の視野角の不均一を補正できる。この補正用シリンドリカルレンズ80の焦点距離はこの図11の場合、約381mmである。この集光投影光学系41'によれば、完成したホログラムを観察したときに

要素ホログラムごとに異なる角度範囲を再生してしまうことがなく、視野角の不均一を生じさせず、不都合を防ぐことができる。

【0039】以上、本発明の特徴である、1回の露光で数スリット分を同時に露光できるように工夫された光学系について、実施例をもとに説明を行った。但し、上記の説明は理想レンズを用いた説明であり、実際は収差の補正を考慮に入れる必要がある。また、上記の理想レンズでの説明では視差方向と非視差方向が完全に独立であるとの仮定で説明を行ったが、実際は独立ではなく、この点も考慮に入れた設計が必要である。

【0040】本発明の変形例として、例えばフルバラックスホログラムすなわち横方向のみならず縦方向も視差を持つようなホログラムへの応用が考えられる。これは上記の実施例の形態において5分割の液晶とシリンドリカルレンズを用いたところを、例えば5×5分割にして通常のレンズを用いれば同様なことが実現できることは明らかである。

【0041】また、別の変形例として、上記実施例の形態では集光投影光学系の非視差方向の投影倍率は1倍にしたが、他の倍率に出来ることも明らかである。この場合、上記実施例の中で説明した各種パラメータの数値は変化するが、同様な計算で容易に数値を求めることが出来る。

【0042】また、上記図8及び図9に示した集光投影光学系41と、図11に示した集光投影光学系41'では、第1のレンズ71と第2のレンズ73との間にスリット72を設けたが、これを用いずに重ね合わせ投影光学系39のレンチキュラーレンズ65の後、レンズ66との間に複数のスリットを設けても良い。あるいは5分割された液晶38とレンチキュラーレンズ65との間に光線と平行となるように仕切をつけてもよい。これらの場合、上記集光投影光学系41'において上記補正用シリンドリカルレンズ80は第1のレンズ71と第2のレンズ73との間に位置するものである。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、同時に複数の要素ホログラムを露光できるので、振動減衰待ちの回数を減らせる。したがって、トータルとしてホログラフィックステレオグラムを作成する時間を短縮できる。また、光学系としての光利用効率を向上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態となる、ホログラフィックステレオグラム作成システムの構成図である。

【図2】上記ホログラフィックステレオグラム作成システムを構成するホログラフィックステレオグラム露光装置の構成図である。

【図3】上記ホログラフィックステレオグラム露光装置内部の参照光学系の詳細を示す図である。

【図4】上記ホログラフィックステレオグラム露光装置

1 1

内部の物体光光学系を構成する照明光学系の詳細を示す図である。

【図5】上記物体光光学系を構成する重ね合わせ投影光学系の視差方向の詳細を示す図である。

【図6】上記重ね合わせ投影光学系の部分的な光路を説明するための図である。

【図7】上記物体光光学系を構成する重ね合わせ投影光学系の非視差方向の詳細を示す図である。

【図8】上記物体光光学系を構成する集光投影光学系の詳細を示す図である。

【図9】上記重ね合わせ投影光学系と集光投影光学系の視差方向の組み合わせを示す図である。

1 2

【図10】上記重ね合わせ投影光学系と集光投影光学系の非視差方向の組み合わせを示す図である。

【図11】集光投影光学系の他の例を示す図である。

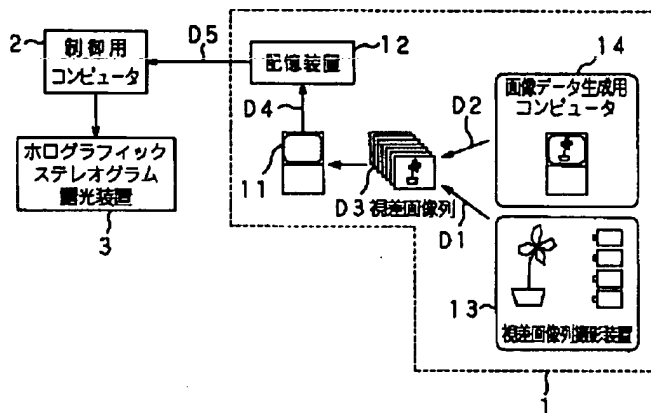
【図12】ホログラフィックステレオグラムの作成方法を示す図である。

【符号の説明】

1 データ処理部、2 制御用コンピュータ、3 ホログラフィックステレオグラム露光装置、31 レーザ光源、35 物体光光学系、36 照明光学系、38 液晶、39 重ね合わせ投影光学系、40 液晶の像、41 集光投影光学系、42 ホログラム用記録媒体、4

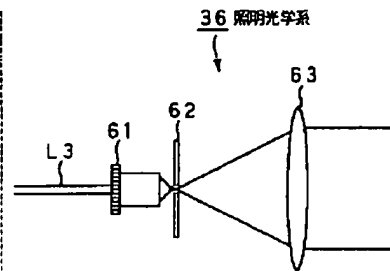
4 参照光光学系

【図1】

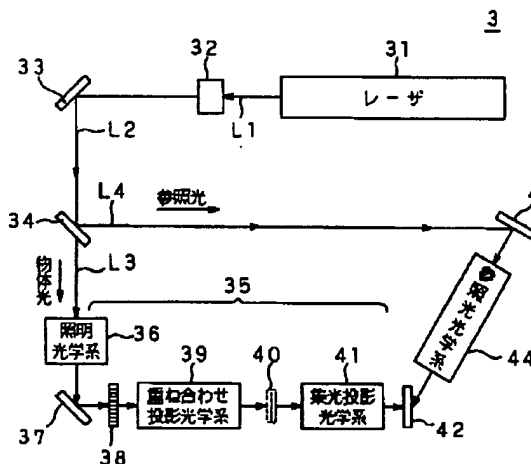


ホログラフィックステレオグラム作成システム

【図4】

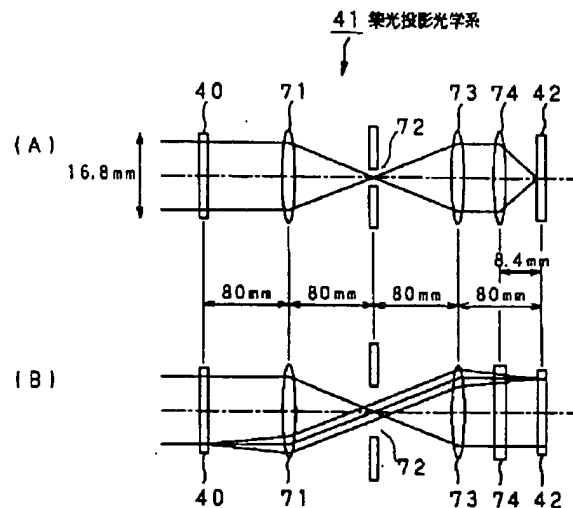


【図2】

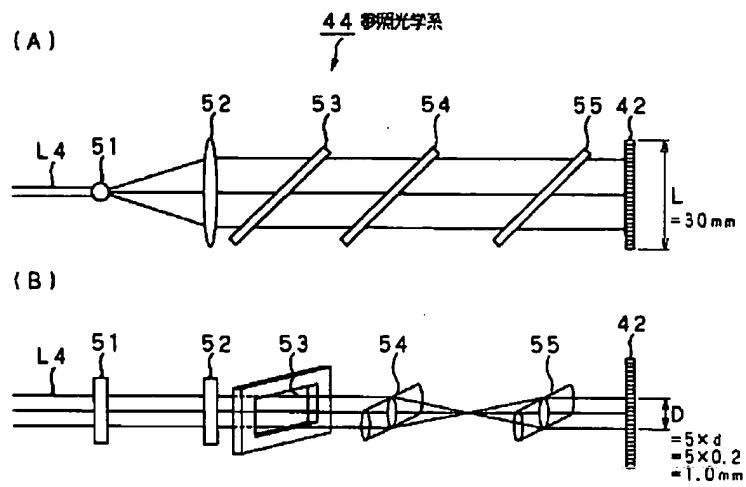


3: ホログラフィックステレオグラム露光装置
35: 物体光光学系

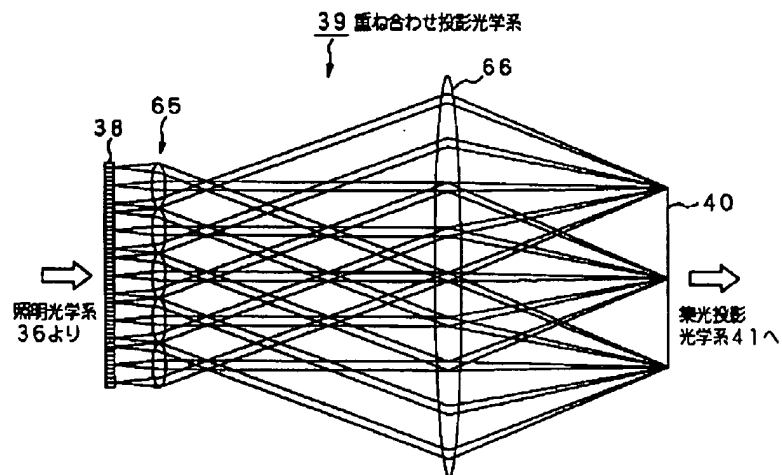
【図8】



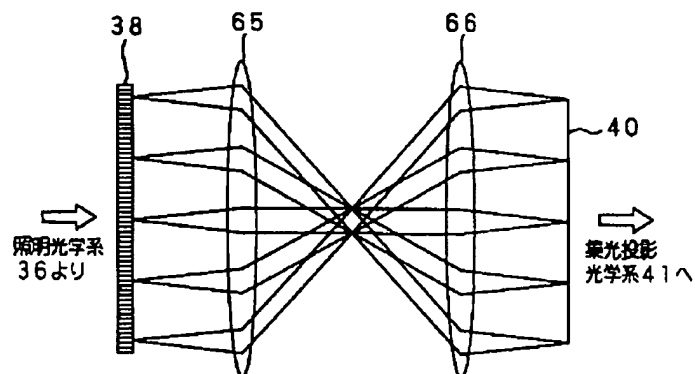
【図3】



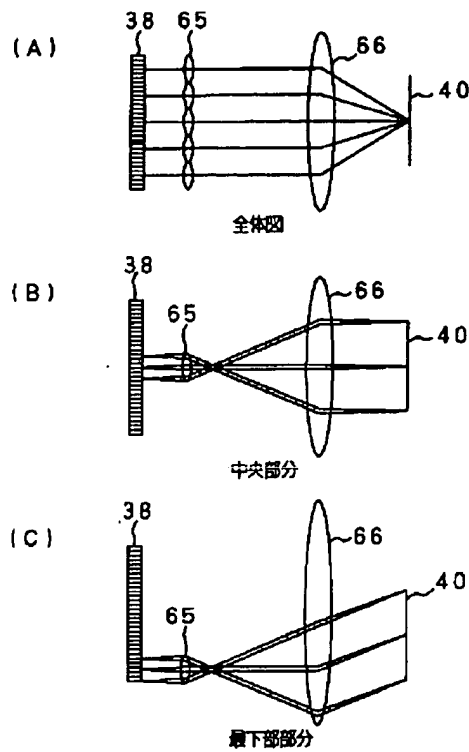
【図5】



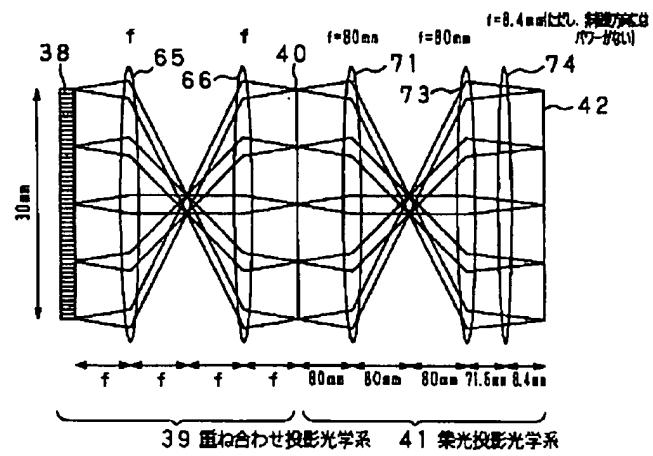
【図7】



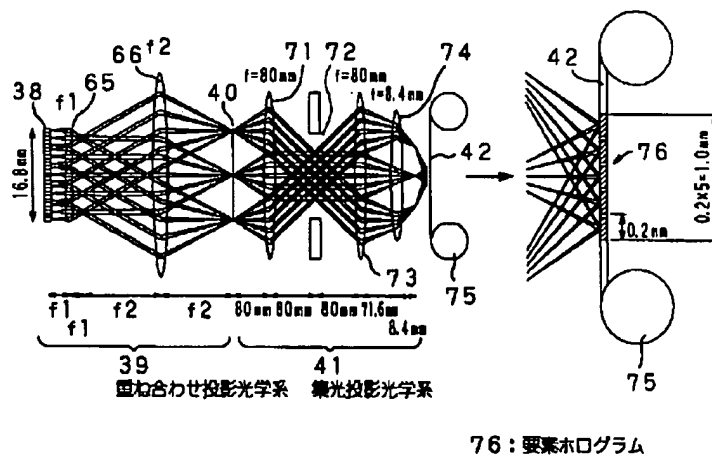
【図6】



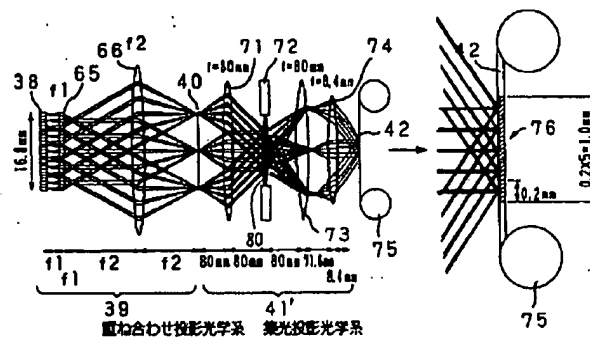
【図10】



【図9】



【図11】



76: マスクパターン

【図12】

